

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023182  
(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.CI. G11B 7/085  
G11B 7/09

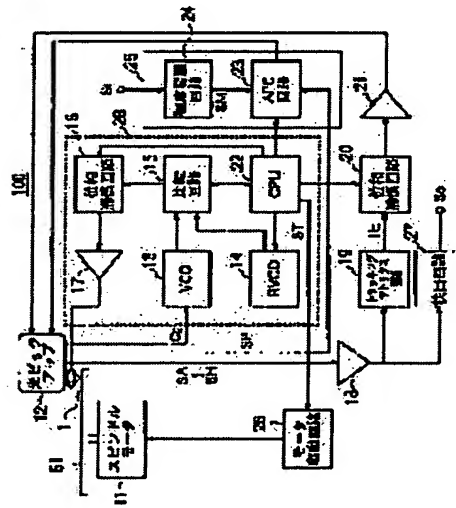
(21)Application number : 11-196738 (71)Applicant : SONY CORP  
(22)Date of filing : 09.07.1999 (72)Inventor : ICHIMURA ISAO  
KIJIMA KOICHIRO

(54) DEVICE AND METHOD FOR POSITIONING OPTICAL SYSTEM, AND RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a positioning device of an optical system capable of preventing the contact between the optical system and an optical record medium in the case of forming a near field by shortening the distance between them.

SOLUTION: An optical disk-driving device 100 that is one example of the positioning devices of an optical system is provided with an optical system for applying convergence light to an optical disk 51 by forming a proximity field at an area to the optical disk 51, an actuator for moving the optical system in a focus direction that orthogonally crosses the recording surface of the optical disk 51, and a control circuit 28 for reducing distance (air gap) between the optical system and the optical disk 51 from the outside of a region where the near field is formed toward the inside of the region in steps and further controlling the actuator for maintaining into the above region. The optical system in an optical head 1 is provided with an objective lens for converging light from a semiconductor laser and a solid immersion lens for converging the transmission light of



the objective lens and applying it to the optical disk 51, and the numerical aperture NA of the optical system is larger than 1.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-23182

(P2001-23182A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/085  
7/09

G 1 1 B 7/085  
7/09

B 5 D 1 1 7  
B 5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-196738

(22) 出願日 平成11年7月9日 (1999.7.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 市村 功

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72) 発明者 木島 公一朗

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100094053

弁理士 佐藤 隆久

Fターム(参考) 5D117 AA02 DD14 FF06 GG02 HH09

5D118 AA28 BA01 CA07 CA11 CD15

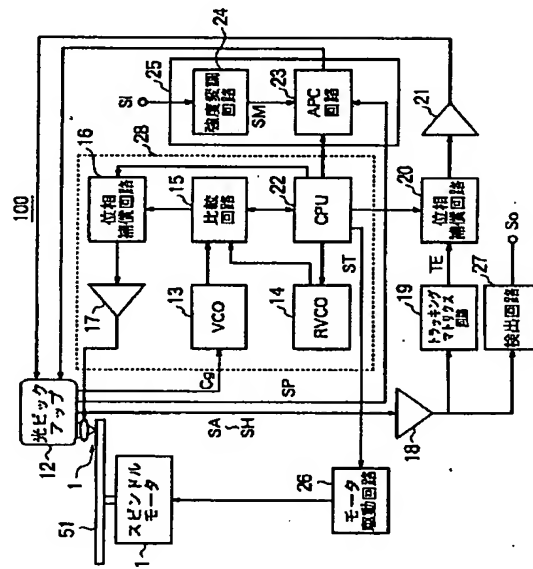
CF15 DC02

(54) 【発明の名称】 光学系の位置決め装置と位置決め方法ならびに記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 光学系と光学記録媒体との距離を短くして近接場を形成するときに、光学系と光学記録媒体の接触を防止可能な光学系の位置決め装置を提供する。

【解決手段】 光学系の位置決め装置の一例である光ディスク駆動装置100は、光ディスク51との間で近接場を形成して収束光を光ディスク51に照射する光学系と、光ディスク51の記録面とは直交するフォーカス方向に光学系を移動させるアクチュエータと、光学系と光ディスク51との距離（エアギャップ）を、近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くし、さらに前記領域内に維持するようにアクチュエータを制御する制御回路28とを有する。光ヘッド1内の前記光学系は、半導体レーザからの光を収束させる対物レンズと、この対物レンズの通過光を収束させて光ディスク51に照射するソリッドイメージングレンズとを有し、前記光学系の開口数NAは1よりも大きい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光学記録媒体との間で近接場を形成して収束光を前記光学記録媒体に照射する光学系と、前記光学記録媒体の記録面とは直交するフォーカス方向に前記光学系を移動させるアクチュエータと、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くし、さらに前記領域内に維持するように前記アクチュエータを制御する制御回路とを有する光学系の位置決め装置。

【請求項2】前記制御回路は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にして前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に一旦維持し、当該中間目標値から前記領域内の最終目標値に近づけるように前記アクチュエータを制御する請求項1記載の光学系の位置決め装置。

【請求項3】前記光学系は、光を収束させる対物レンズとこの対物レンズの通過光を収束させて前記光学記録媒体に照射するソリッドイマージョンレンズとを備えた第1の光学系、または、前記対物レンズと前記ソリッドイマージョンレンズとを一体化した第2の光学系を有する請求項1記載の光学系の位置決め装置。

【請求項4】前記光学記録媒体は、光ディスクであり、前記ソリッドイマージョンレンズは、前記光ディスクとの対向面のうち中央部が突起していると共にその周辺部が平坦であって当該周辺部には導電膜が形成され、前記対物レンズの通過光を収束させて前記中央部を通過させ、

前記制御回路は、前記導電膜と前記光ディスクとの間の静電容量に基づいて前記アクチュエータを制御して前記距離を調節する請求項3記載の光学系の位置決め装置。

【請求項5】前記光学系の開口数は、1よりも大きく3以下であり、

前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である請求項1記載の光学系の位置決め装置。

【請求項6】光学記録媒体との間で近接場を形成して収束光を光学記録媒体に照射する光学系から、前記光学記録媒体までの距離を制御する光学系の位置決め方法であって、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くする工程と、前記距離を前記領域内に維持する工程とを有する光学系の位置決め方法。

【請求項7】前記多段階に短くする工程は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にし、前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に維持する工程と、

前記距離を、前記中間目標値から前記領域内の最終目標

値にする工程とを有する請求項6記載の光学系の位置決め方法。

【請求項8】前記光学系の開口数は、1よりも大きく3以下であり、

前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である請求項6記載の光学系の位置決め方法。

【請求項9】光源と、

10 光学記録媒体との間で近接場を形成し、前記光源からの光を収束させて前記光学記録媒体に照射する光学系と、前記光学記録媒体の記録面とは直交するフォーカス方向に前記光学系を移動させるアクチュエータと、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くし、さらに前記領域内に維持するように前記アクチュエータを制御する制御回路と、

情報を記録する場合および情報を再生する場合に、前記光学記録媒体を回転させるモータと、

20 情報を記録する場合に、記録する情報に応じて前記光源からの光の強度を変調させる強度変調回路と、

情報を再生する場合に、前記光学記録媒体で反射した反射光から記録情報を検出する検出回路とを有する記録再生装置。

【請求項10】前記制御回路は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にして前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に一旦維持し、前記中間目標値から前記領域内の最終目標値に近づけるように前記アクチュエータを制御する請求項9記載の記録再生装置。

【請求項11】前記光学系は、前記光源からの光を収束させる対物レンズとこの対物レンズの通過光を収束させて前記光学記録媒体に照射するソリッドイマージョンレンズとを備えた第1の光学系、または、前記対物レンズと前記ソリッドイマージョンレンズとを一体化した第2の光学系を有する請求項10記載の記録再生装置。

【請求項12】前記光学記録媒体は、光ディスクであり、

前記ソリッドイマージョンレンズは、前記光ディスクとの対向面のうち中央部が突起していると共にその周辺部が平坦であって当該周辺部には導電膜が形成され、前記対物レンズの通過光を収束させて前記中央部を通過させ、

前記制御回路は、前記導電膜と前記光ディスクとの間の静電容量に基づいて前記アクチュエータを制御して前記距離を調節する請求項11記載の記録再生装置。

【請求項13】前記モータは、前記距離が前記領域内に維持されてから前記光学記録媒体を回転させる請求項10記載の記録再生装置。

【請求項14】前記光学系の開口数は、1よりも大きく

3以下であり、前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である請求項10記載の記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学記録媒体に収束光を照射する光学系の位置決め装置と位置決め方法、ならびに、収束光を光学記録媒体に照射して情報の記録または再生を行う記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光学装置としては、例えば、光ディスク等の光学記録媒体を用いて情報の記録または再生を行う記録再生装置、光学顕微鏡等がある。光学装置におけるカットオフ空間周波数 $f_c$ は、対物レンズの開口数(Numerical Aperture)NAと光源の出力光の波長 $\lambda$ とを用いて、一般に次式①で表される。

【0003】

【数1】 $f_c = 2NA/\lambda$  …①

【0004】光源からの光の波長 $\lambda$ が短いほど、また、対物レンズの開口数NAが大きいくほど、その分解能は高くなり、記録再生装置では高密度の記録ができ、光学顕微鏡では詳細な観察が可能となる。対物レンズの開口数NAを大きくする手法として、ソリッドイマージョンレンズ(SIL: Solid Immersion Lens)を用いた近接場(Near-field)光学系が知られており、この手法により、開口数が1を超える光学系が実現されている。

【0005】近接場光学系およびソリッドイマージョンレンズに関する参考文献としては、例えば、S. M. Mansfield, W. R. Studden, G. S. Kino, and K. Osato, "High-numerical-aperture lens system for optical storage," Opt. Lett. 18, pp.305-307 (1993) (以下、「参考文献1」という。)がある。また、他の参考文献として、例えば、H. J. Mamin, B. D. Terris, and D. Rugar, "Near-field optical data storage," Appl. Phys. Lett. 68, pp.141-143 (1996) (以下、「参考文献2」という。)がある。

【0006】なお、USP4183060とUSP4300226には、光ディスクと電極との距離を静電容量センサにより検出することが開示されているが、近接場光学系およびソリッドイマージョンレンズ(SIL)についての記載はない。特開平8-212579号公報には、光ヘッドおよび光学記録媒体の発明が開示されている。この公報には、対物レンズを第1のレンズホルダで保持し、ソリッドイマージョンレンズを第2のレンズホルダで保持し、第2のレンズホルダに導電性の素材を用いて第2のレンズホルダ・光ディスク間の静電容量に基づいてソリッドイマージョンレンズの位置制御を行うことが開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】近接場光学系では、光を効率良く光学記録媒体に照射するため、光学系と光学記録媒体との距離(エアギャップ: Air Gap)を、近接場が形成される領域(近接場の領域)内に保つ必要がある。特に、開口数が1を超える場合では、エアギャップが前記領域よりも大きくなると、光学系・光学記録媒体間の光の多重反射および干渉により光学記録媒体での光強度がかなり低下するので、エアギャップを前記領域内に保つことが重要になる。

10 【0008】しかしながら、近接場が形成されるエアギャップ、例えば500nm以下のエアギャップ(好ましくは100nm以下のエアギャップ)を実現するために、前記領域外の初期設定値から領域内の最終目標値へと光学系を光学記録媒体に一挙に近づける(引き込む)と、オーバーシュートにより光学系と光学記録媒体とが接触するおそれがあり、この接触により光学系および光学記録媒体の双方が衝撃を受ける可能性がある。

【0009】本発明の第1の目的は、光学系と光学記録媒体との距離を短くして近接場を形成するときに、光学系と光学記録媒体との接触を防止可能な光学系の位置決め装置と位置決め方法とを提供することにある。

【0010】本発明の第2の目的は、光源からの光を光学系を介して光学記録媒体に照射して情報の記録または再生を行う記録再生装置であって、光学系と光学記録媒体との距離を短くして近接場を形成するときに、光学系と光学記録媒体との接触を防止可能な記録再生装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光学系の位置決め装置は、光学記録媒体との間で近接場を形成して収束光を前記光学記録媒体に照射する光学系と、前記光学記録媒体の記録面とは直交するフォーカス方向に前記光学系を移動させるアクチュエータと、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くし、さらに前記領域内に維持するように前記アクチュエータを制御する制御回路とを有する。

【0012】本発明に係る光学系の位置決め装置では、好適には、前記制御回路は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にして前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に一旦維持し、当該中間目標値から前記領域内の最終目標値に近づけるように前記アクチュエータを制御する。

【0013】本発明に係る光学系の位置決め装置では、好適には、前記光学系は、光を収束させる対物レンズとこの対物レンズの通過光を収束させて前記光学記録媒体に照射するソリッドイマージョンレンズとを備えた第1の光学系、または、前記対物レンズと前記ソリッドイマージョンレンズとを一体化した第2の光学系を有する。

50 【0014】本発明に係る光学系の位置決め装置では、

より好適には、前記光学記録媒体は、光ディスクであり、前記ソリッドイマージョンレンズは、前記光ディスクとの対向面のうち中央部が突起していると共にその周辺部が平坦であって当該周辺部には導電膜が形成され、前記対物レンズの通過光を収束させて前記中央部を通過させ、前記制御回路は、前記導電膜と前記光ディスクとの間の静電容量に基づいて前記アクチュエータを制御して前記距離を調節する。

【0015】本発明に係る光学系の位置決め装置では、例えば、前記光学系の開口数は、1よりも大きく3以下であり、前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である構成としてもよい。

【0016】本発明に係る光学系の位置決め方法は、光学記録媒体との間で近接場を形成して収束光を光学記録媒体に照射する光学系から、前記光学記録媒体までの距離を制御する光学系の位置決め方法であって、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くする工程と、前記距離を前記領域内に維持する工程とを有する。

【0017】本発明に係る光学系の位置決め方法では、好適には、前記多段階に短くする工程は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にし、前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に維持する工程と、前記距離を、前記中間目標値から前記領域内の最終目標値にする工程とを有する。

【0018】本発明に係る光学系の位置決め方法では、例えば、前記光学系の開口数は、1よりも大きく3以下であり、前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である構成としてもよい。

【0019】本発明に係る記録再生装置は、光源と、光学記録媒体との間で近接場を形成し、前記光源からの光を収束させて前記光学記録媒体に照射する光学系と、前記光学記録媒体の記録面とは直交するフォーカス方向に前記光学系を移動させるアクチュエータと、前記光学系と前記光学記録媒体との距離を、前記近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くし、さらに前記領域内に維持するように前記アクチュエータを制御する制御回路と、情報を記録する場合および情報を再生する場合に、前記光学記録媒体を回転させるモータと、情報を記録する場合に、記録する情報に応じて前記光源からの光の強度を変調させる強度変調回路と、情報を再生する場合に、前記光学記録媒体で反射した反射光から記録情報を検出する検出回路とを有する。

【0020】本発明に係る記録再生装置では、好適には、前記制御回路は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にして前記中間目標値または実質的に前記中間目標値に一旦維持し、前記中間目標値から前記領域内の最終目標値に近づけるように前記アクチュエ

ータを制御する。

【0021】本発明に係る記録再生装置では、好適には、前記光学系は、前記光源からの光を収束させる対物レンズとこの対物レンズの通過光を収束させて前記光学記録媒体に照射するソリッドイマージョンレンズとを備えた第1の光学系、または、前記対物レンズと前記ソリッドイマージョンレンズとを一体化した第2の光学系を有する。

【0022】本発明に係る記録再生装置では、より好適には、前記光学記録媒体は、光ディスクであり、前記ソリッドイマージョンレンズは、前記光ディスクとの対向面のうち中央部が突起していると共にその周辺部が平坦であって当該周辺部には導電膜が形成され、前記対物レンズの通過光を収束させて前記中央部を通過させ、前記制御回路は、前記導電膜と前記光ディスクとの間の静電容量に基づいて前記アクチュエータを制御して前記距離を調節する構成としてもよい。

【0023】本発明に係る記録再生装置では、より好適には、前記モータは、前記距離が前記領域内に維持されてから前記光学記録媒体を回転させる。

【0024】本発明に係る記録再生装置では、例えば、前記光学系の開口数は、1よりも大きく3以下であり、前記近接場が形成される領域は、前記光学系と前記光学記録媒体とが非接触状態であって前記距離が500nm以下の領域である構成としてもよい。

【0025】制御回路は、光学系と光学記録媒体との距離（エアギャップ）が、近接場が形成される領域の外から領域内へと多段階に短くなるようにアクチュエータを制御するので、光学系と光学記録媒体との距離を徐々に短くすることができ、接触を防止することが可能である。制御回路は、前記距離を、前記領域外の初期設定値から中間目標値にして一旦維持し、中間目標値から前記領域内の最終目標値に近づけるようにアクチュエータを制御することで、前記距離を段階的に短くすることができると共に、オーバーシュートが生じた場合にこのオーバーシュートの量を小さくすることができ、万一接触した場合に接触時の衝撃を小さく抑えることが可能である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。本発明に係る光学系の位置決め装置として、光ディスク駆動装置を例にとって説明する。

【0027】光ヘッド

図1は、光ヘッドの構成例を示す図である。この光ヘッド1は、前記光ディスク駆動装置の光ピックアップに取り付けてある。光ヘッド1は、対物レンズ2と、ソリッドイマージョンレンズ（SIL）3と、レンズホルダ4と、電磁アクチュエータ5とを有する。

【0028】対物レンズ2は、前記光ピックアップ内の

光源である半導体レーザからレーザビームLBが供給され、このレーザビームLBを収束させてソリッドイマージョンレンズ3に供給する。

【0029】ソリッドイマージョンレンズ3は、対物レンズ2を通過したレーザビームLBを収束させて光ディスク51に供給する。このソリッドイマージョンレンズ3は、球形レンズの一部を切り取った形状をしており、一般的に、「Super Sphere SIL」または「Hyper Sphere SIL」と呼ばれる。ソリッドイマージョンレンズ3は、球面が対物レンズ3と対向し、球面とは反対側の面（底面）が光ディスク51と対向するように配置されている。

【0030】レンズホルダ4は、対物レンズ2およびソリッドイマージョンレンズ3を所定の位置関係で一体に保持する。ソリッドイマージョンレンズ3は、光軸と平行なレーザビームLBが対物レンズ2に入射された場合に、当該対物レンズ2からのレーザビームLBを収束させてソリッドイマージョンレンズ3の底面の中央部を通過させ、通過したレーザビームLBを光ディスク51に照射するようにになっている。なお、対物レンズ2およびソリッドイマージョンレンズ3は光軸が一致するように配置され、この光軸上に前記中央部が位置している。

【0031】レンズホルダ4は導電性の部材を有しており、ソリッドイマージョンレンズ3の底面には後述するように導電膜が形成されており、前記底面の導電膜とレンズホルダ4の前記導電性の部材は半田7を介して電気的に接続されている。

【0032】電磁アクチュエータ5は、レンズホルダ4を移動させる。この電磁アクチュエータ5は、不図示のフォーカシング・アクチュエータおよびトラッキング・アクチュエータを有する。前記フォーカシング・アクチュエータは、光ディスク51の記録面とは直交するフォーカス方向にレンズホルダ4を移動させ、ソリッドイマージョンレンズ3と光ディスク51とを所定の距離に保持する。前記トラッキング・アクチュエータは、レンズホルダ4を光ディスク51の半径方向（またはトラッキング方向）に移動させ、ソリッドイマージョンレンズ3を通過したレーザビームLBを光ディスク51のトラックの中心に保持する。

【0033】なお、ソリッドイマージョンレンズ3は、レーザビームLBを無収差に収束するように設計されており、Stigmatic Focusingの条件を満たすようになっている。このソリッドイマージョンレンズ3は、光ディスク51の記録面に焦点が結ばれるように、対物レンズ2からのレーザビームLBを集光する。光軸方向のソリッドイマージョンレンズ3の厚さ $t$ は、前記球形レンズの半径 $r$ と屈折率 $n$ とを用いて、次式②で表される。

【0034】

$$【数2】 t = r \times (1 + 1/n) \quad \dots ②$$

【0035】また、前記参考文献2によれば、対物レン

ズ2およびソリッドイマージョンレンズ3からなる光学系10の開口数 $NA_{obj}$ は、対物レンズ2の開口数 $NA_{obj}$ と、ソリッドイマージョンレンズ3の屈折率 $n$ とを用いて、次式③で表される。

【0036】

$$【数3】 NA_{obj} = n \times NA_{obj} \quad \dots ③$$

【0037】本実施の形態では、一例として、対物レンズ2の開口数 $NA_{obj} = 0.45$ とし、ソリッドイマージョンレンズ3の屈折率 $n = 1.83$ とする。この場合、上式③により、光学系10の開口数 $NA_{obj} \approx 1.5$ となる。また、レーザビームLBの波長 $\lambda$ は一例として $\lambda = 640 \text{ nm}$ とし、近接場を形成するためにエアギャップAを一例として $0 < A \leq 100 \text{ nm}$ とし、好ましくは $A \approx 50 \text{ nm}$ に維持する。

【0038】ソリッドイマージョンレンズ

図2は、ソリッドイマージョンレンズの構成例を示す図である。ソリッドイマージョンレンズ3が光ディスク51と対向する対向面（底面）は、直径 $D = 1.5 \text{ mm}$ であり、中央部3aが突起していると共に、その周辺部3bは平坦になっている。中央部3aの突起は、高さが約 $2 \mu\text{m}$ であり、直径 $\phi \approx 40 \mu\text{m}$ である。

【0039】周辺部3bの平坦面には、アルミニウム等の導電膜6が蒸着等により形成されて覆われており、この導電膜の膜厚は、前記突起の高さ（約 $2 \mu\text{m}$ ）よりも薄い。この導電膜6と光ディスク51のアルミニウム等の反射膜（記録膜）は、ソリッドイマージョンレンズ3の平坦面と光ディスク51との間隔 $h$ に応じた静電容量 $Cq$ を形成する。

【0040】この静電容量 $Cq$ は、周辺部3bと光ディスク51との対向面積 $S$ と間隔 $h$ とを用いて、次式④で表される。なお、前記導電膜の膜厚は、間隔 $h$ に比べて無視できる程度に小さいものとする。

【0041】

$$【数4】 Cq = \epsilon_0 \times \epsilon_r \times S / h \quad \dots ④$$

【0042】但し、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率であり、その値は、 $8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ である。 $\epsilon_r$ は比誘電率であり、その値は空気中ではほぼ1である。

【0043】対向面積 $S$ は、前記底面の直径 $D = 1.5 \text{ mm}$ であるので、 $S = \pi \times (D/2)^2 \approx 1.767 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ となる。間隔 $h$ は、中央部3aの突起が光ディスク51に接触するとき、すなわち光学系10と光ディスク51との距離（エアギャップ）Aが $0 \text{ nm}$ のときに最小値 $2 \mu\text{m}$ となる。間隔 $h$ は、エアギャップAが $50 \text{ nm}$ 、 $100 \text{ nm}$ 、 $200 \text{ nm}$ の場合に、それぞれ $2.05 \mu\text{m}$ 、 $2.10 \mu\text{m}$ 、 $2.20 \mu\text{m}$ となる。

【0044】したがって、エアギャップAが $0 \text{ nm}$ 、 $50 \text{ nm}$ 、 $100 \text{ nm}$ 、 $200 \text{ nm}$ の場合の静電容量 $Cq$ は、上式④から、それぞれ約 $7.82 \text{ pF}$ 、約 $7.63 \text{ pF}$ 、約 $7.45 \text{ pF}$ 、約 $7.11 \text{ pF}$ となる。このように、エアギャップAに応じて静電容量 $Cq$ が変化する

ので、この静電容量 $C_g$ を用いてエアギャップAを検出することができ、静電容量 $C_g$ を用いて電磁アクチュエータ5のサーボ制御を行うことでエアギャップAを近接場の領域内とすることが可能である。

【0045】また、ソリッドイマージョンレンズ3の対向面の中央部3aを突起させ、その周辺部3bに突起の高さよりも薄く導電膜6を形成しているため、導電膜6が中央部3aよりも光ディスク51に近づいて光ディスク51に接触することを防止することができる。また、図1に示したように、導電膜6と導電性のレンズホルダ4とを半田7で電気的に接続しているため、導電膜6に対する配線接続をレンズホルダ4を介して容易に行うことができる。

#### 【0046】光ディスク駆動装置

図3は、本発明に係る光学系の位置決め装置の一例である光ディスク駆動装置を示す概略的なブロック構成図である。この光ディスク駆動装置100には、図1の光ヘッド1を光ピックアップに取り付けてある。光ディスク駆動装置100は、一例として、半導体レーザからのレーザ光を光学系を介して光ディスク51に照射して情報の記録または再生を行う記録再生装置に設置される。

【0047】光ディスク駆動装置100は、光ヘッド1と、光ピックアップ12と、スピンドルモータ11と、電圧制御発振器(VCO)13と、参照用の電圧制御発振器(RVCO)14と、比較回路15と、位相補償回路16、20と、増幅回路17、18、21と、トラッキングマトリクス回路19と、中央処理装置(CPU)22と、半導体レーザ駆動回路25と、モータ駆動回路26と、検出回路27とを有する。半導体レーザ駆動回路25は、自動パワーコントロール(APC)回路23および強度変調回路24を有する。

【0048】光ディスク駆動装置100は、光ヘッド1および光ピックアップ12を用いて波長640nmのレーザ光を光ディスク51に照射し、情報の記録または再生を行う。光ディスク駆動装置100に装着された光ディスク51は、スピンドルモータ11により一定の回転速度で回転する。この光ディスク51は、一例としてCAV(Constant Angular Velocity: 角速度一定記録)方式により情報が記録される。

【0049】フォーカスサーボ用の信号処理系は、以下のように構成されている。VCO(Voltage Controlled Oscillator)13は、内部にインダクタを備えて外部にキャパシタを備えたLC発振回路を有する。前記外部のキャパシタの一方の電極は、光ヘッド1のソリッドイマージョンレンズ3の平坦面に形成された導電膜6であり、他方の電極は、光ディスク51の反射膜または記録膜であり、このキャパシタは、前記平坦面と光ディスク51との間隔hに応じた静電容量 $C_g$ を有する。このVCO13の発振周波数fは、前記外部のキャパシタの静電容量 $C_g$ と、回路の浮遊容量 $C_f$ と、前記内部のイン

ダクタのインダクタンスLとを用いて、次式⑤で表される。

【0050】

【数5】

$$f = 1 / \{ 2\pi \times \{ L \times (C_g + C_f) \}^{1/2} \} \quad \text{--- ⑤}$$

【0051】エアギャップAと、間隔hと、静電容量 $C_g$ と、発振周波数fとの対応を、図4に示す。ここでは、一例としてインダクタンス $L = 100 \mu\text{H}$ とし、浮遊容量 $C_f = 5 \text{ pF}$ とした。すなわち、エアギャップAが0nm、50nm、100nm、200nm、10μmの場合に、発振周波数fは上式⑤から、それぞれ約4.45MHz、約4.48MHz、約4.51MHz、約4.57MHz、約6.34MHzとなる。

【0052】電圧制御発振器(RVCO: Reference Voltage Controlled Oscillator)14は、参照信号を生成する。参照信号の周波数 $f_r$ は、例えば4.48MHzであり、この周波数はエアギャップA=50nmの場合のVCO13の発振周波数と等しい。なお、RVCO14は例えばバラクタ・ダイオードを有し、このバラクタ・ダイオードの印加電圧をCPU22から制御することにより、参照信号の周波数 $f_r$ を設定可能となっている。

【0053】比較回路15は、VCO13からの周波数fの出力信号と、RVCO14からの周波数 $f_r$ の出力信号とが供給される。この比較回路15は、VCO13の出力信号の周波数および位相と、RVCO14の出力信号の周波数および位相とを比較し、両者の周波数および位相の差に応じた信号(誤差信号)を生成する。

【0054】位相補償回路16は、比較回路15の出力信号が供給され、この比較回路15の出力信号を補償(位相補償および/または周波数補償)した補償信号を生成して増幅回路17に供給する。増幅回路17は、前記補償信号を増幅し、エアギャップAを調整する制御信号として電磁アクチュエータ5のフォーカシング・アクチュエータに供給する。

【0055】前記フォーカシング・アクチュエータは、増幅回路17からの制御信号に基づいてレンズホルダ4をフォーカス方向に移動させ、エアギャップAを近接場が形成される領域の外から領域内とし、更にエアギャップAを前記領域内に保つ。このようにして、エアギャップAは $0 < A \leq 100 \text{ nm}$ に維持されると共に $A \approx 50 \text{ nm}$ に調節され、前記間隔hは $2.05 \mu\text{m}$ に調節され、フォーカスサーボが実現される。

【0056】中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)22は、光ディスク駆動装置100の全体の制御を司るコントローラであり、例えば1チップマイクロコンピュータ(1チップマイコン)で構成する。このCPU22は、比較回路15の出力信号が供給され、この比較回路15の出力信号に基づき、エアギャップAが近接場の領域(近接場が形成される領域)内に維持され



ていることを検出して開始信号STを生成し、この開始信号STをモータ駆動回路26に供給する。また、CPU22は、スピンドルモータ11または光ディスク51の回転数もしくは回転速度を示す信号が供給されるようになっている。トラッキングサーボおよびフォーカスサーボは、CPU22の制御下で行われる。

【0057】CPU22と、VCO13と、RVCO14と、比較回路15と、位相補償回路16と、増幅回路17とにより、制御回路28が形成されている。この制御回路28は、エアギャップAが近接場の領域内（例えば $0 < A \leq 500 \text{ nm}$ 、好ましくは $0 < A \leq 200 \text{ nm}$ 、より好ましくは $0 < A \leq 100 \text{ nm}$ ）となるように電磁アクチュエータ5を制御する機能を有する。エアギャップAを近接場の領域内とすることで、光ディスク51の記録面におけるビームスポット中心のビーム強度をエアギャップA=0 nmの場合に対して例えば50%以上（好適には60%以上）に保つことが可能であり、一例としてエアギャップAを50 nm程度に制御することで80%程度のビーム強度を得ることが可能である。

【0058】モータ駆動回路26は、スピンドルモータ11に電源を供給して一定の回転速度で回転させる。例えば、PWM（Pulse Width Modulation）制御等により、回転制御を行ってもよい。このモータ駆動回路26は、CPU22から開始信号STが供給された場合に、スピンドルモータ11の回転を開始させる。スピンドルモータ11の回転軸上には不図示のターンテーブルが取り付けられており、スピンドルモータ11の回転に伴ってターンテーブル上の光ディスク51が回転する。

【0059】図5は、光ピックアップ12の構成例を示す図である。光ピックアップ12は、半導体レーザ31と、コリメータレンズ32と、回折格子33と、1/2波長板34と、偏光ビームスプリッタ35と、1/4波長板36と、集光レンズ37、39と、光検出器38、40と、対物レンズ2と、ソリッドイマージョンレンズ3とを有する。この光ピックアップ12には光ヘッド1が取り付けられており、この光ヘッド1は、対物レンズ2およびソリッドイマージョンレンズ3からなる光学系10を有する。

【0060】半導体レーザ31は、コヒーレント光を放射する光源および発光素子の一例である。半導体レーザ31は、波長640 nmの直線偏光のレーザビームLBを生成し、このレーザビームLBをコリメータレンズ32に供給する。コリメータレンズ32は、半導体レーザ31からのレーザビームLBを平行光にして回折格子33に供給する。

【0061】回折格子33は、コリメータレンズ32からのレーザビームLBを主ビーム（第0次回折光）と副ビーム（第1次回折光）とに分離し、主ビームおよび副ビームを1/2波長板34に供給する。1/2波長板34は、回折格子33からの主ビームおよび副ビームの偏

光面を回転させて偏光ビームスプリッタ35に供給する。

【0062】偏光ビームスプリッタ35は、1/2波長板34からの入射レーザビームの大部分を通過させて1/4波長板36に供給し、前記入射レーザビームの一部を反射して集光レンズ39に供給する。

【0063】集光レンズ39は、偏光ビームスプリッタ35からの反射レーザビームを収束して光検出器40に供給する。光検出器40は、集光レンズ39からのレーザビームを光電変換し、レーザビームの強度に対応する信号SPを生成する。この光検出器40は、半導体レーザ31の発光強度のモニタ用または光ディスク51の記録面（記録膜）上におけるビーム強度のモニタ用に利用される。なお、光検出器40への入射レーザビームの光量は、1/2波長板34を回転させることで、調整可能となっている。

【0064】1/4波長板36は、偏光ビームスプリッタ35の通過レーザビームの偏光面を回転させて円偏光にし、この円偏光のレーザビームを光ヘッド1の対物レンズ2に供給する。対物レンズ2は、1/4波長板36からのレーザビームを収束させてソリッドイマージョンレンズ3に供給する。ソリッドイマージョンレンズ3は、対物レンズ3からのレーザビームを収束させて前記中央部3aを通過させ、この通過レーザビームを光ディスク51の信号記録面に供給する。

【0065】光ディスク51の信号記録面（記録膜）で反射したレーザビームは、ソリッドイマージョンレンズ3および対物レンズ2を経て、1/4波長板36に供給される。1/4波長板36は、対物レンズ2からのレーザビームの偏光面を回転させて直線偏光にし、この直線偏光のレーザビームを偏光ビームスプリッタ35に供給する。なお、偏光ビームスプリッタ35から1/4波長板36に供給される入射レーザビームの偏光面と、1/4波長板36から偏光ビームスプリッタ35に供給される反射レーザビームの偏光面は、直交するようになっている。

【0066】偏光ビームスプリッタ35は、1/4波長板36からのレーザビームを反射して集光レンズ37に供給する。集光レンズ37は、偏光ビームスプリッタ35からの反射レーザビームを収束させて光検出器38に供給する。光検出器38は、集光レンズ37からのレーザビームを光電変換して信号SA～SHを生成する。この光検出器38は、トラッキングエラー信号TEおよび再生RF信号の検出用に利用される。

【0067】光検出器38は、図6に示すように、中央部に主ビーム受光用の第1の受光部381が配置されており、この第1の受光部381の両側に、副ビーム受光用の第2の受光部382および第3の受光部383が配置されている。第1の受光部381は、4個の受光部38A～38Dに等分割されている。第2の受光部382



は、2個の受光部38E、38Fに等分割されている。第3の受光部383は、2個の受光部38G、38Hに等分割されている。この光検出器38は、受光部を8分割した受光素子で形成してもよい。

【0068】光検出器38の各受光部38A～38Hの出力信号SA～SHは、図3中の増幅回路（ヘッドアンプ）18で増幅されてトラッキングマトリクス回路（ト\*

$$TE = (SA + SD) - (SB + SC) + k \times \{ (SE - SF) + (SG - SH) \} \quad \dots \textcircled{6}$$

【0070】位相補償回路20は、前記トラッキングエラー信号TEが供給され、このトラッキングエラー信号TEを位相補償した補償信号を生成して増幅回路21に供給する。増幅回路21は、前記補償信号を増幅し、制御信号として電磁アクチュエータ5のトラッキング・アクチュエータに供給する。前記トラッキング・アクチュエータは、増幅回路21からの制御信号に基づいてレンズホルダ4を光ディスク51の半径方向（またはトラッキング方向）に移動させ、その結果、トラッキングサーボが実現される。

【0071】検出回路（情報検出回路）27は、増幅回路（ヘッドアンプ）18で増幅された前記出力信号SA～SDに基づき、次式⑦の演算を行って再生RF信号RFを生成する。そして、この再生RF信号に基づいて復調等を行って光ディスク51の記録情報Soを再生する。

【0072】

【数7】 $RF = SA + SB + SC + SD \quad \dots \textcircled{7}$

【0073】半導体レーザ駆動回路25は、強度変調回路24とAPC回路23とを有し、光ピックアップ12内の半導体レーザ31を駆動する。強度変調回路24は、光ディスク51に記録する情報Siがメモリまたは外部装置等から供給され、この入力情報Siに応じて変調制御信号SMを生成する。

【0074】APC（Automatic Power Control）回路23は、光ピックアップ12内のモニター用の光検出器40の出力信号SPと、前記変調制御信号SMとが供給される。このAPC回路23は、情報記録時には、変調制御信号SMに基づいて半導体レーザ31の駆動電圧または駆動電流を変化させてレーザビームLBを強度変調し、また、光検出器40の出力信号SPに基づいて半導体レーザ31の発光強度を第1の設定範囲R1内に保ち、半導体レーザ31のレーザ光出力を調節する。一方、APC回路23は、情報再生時には、光検出器40の出力信号SPに基づいて半導体レーザ31の発光強度を第2の設定範囲R2（＜R1）内に保ち、半導体レーザ31のレーザ光出力を調節する。

【0075】光ディスク駆動装置の動作例

図7と図8は、光ディスク駆動装置100の動作を示す概略的なフローチャートである。先ず、ステップS1では、CPU22は、フォーカスサーボの開始命令を検出

\* ラッキング誤差検出回路）19および検出回路27に供給される。トラッキングマトリクス回路19は、増幅された前記出力信号SA～SHに基づいて次式⑧の演算を行い、差動プッシュプル法を用いてトラッキングエラー信号TEを生成する。なお、式中のkは定数である。

【0069】

【数6】

10 する。例えば、光ディスク駆動装置100を備えた記録再生装置に対し、操作者が記録または再生のスイッチ操作を行うことで、前記開始命令がCPU22に供給される。なお、このときのエアギャップAは、近接場の領域外の初期設定値となっている。

【0076】次に、ステップS2では、CPU22は、RVCO14の発振周波数frを約6.34MHzに設定し、エアギャップAの目標値を中間目標値である10μmに設定する。そして、電磁アクチュエータ5の駆動を開始し、ソリッドイマージョンレンズ3（ひいては光学系10）の引込み（フォーカス引込み）を開始する。発振周波数fr=6.34MHzは、前記図4に示すように、エアギャップA=10μmのときのVCO13の発振周波数fに等しい。

【0077】ステップS3では、CPU22は、エアギャップAを10μmまたは実質的に10μmにする引込み動作が完了したか否かを、比較回路15の出力信号に基づいて判定する。引込みが終了していない場合は、終了するまで待つ。引込みが終了した場合は、エアギャップAは中間目標値（10μm）または実質的に中間目標値に維持されており、ステップS4に進む。

30 【0078】ステップS4では、CPU22は、RVCO14の発振周波数frを4.48MHzに設定し、エアギャップAの目標値を最終目標値である50nmに設定する。そして、電磁アクチュエータ5によるソリッドイマージョンレンズ3（ひいては光学系10）の更なる引込み（フォーカス引込み）を行う。発振周波数fr=4.48MHzは、前記図4に示すように、エアギャップA=50nmのときのVCO13の発振周波数fに等しい。なお、6.34MHzから4.48MHzまでを複数段階に分けて発振周波数frを段階的に徐々に低下させてVCO13の発振周波数fを追従させてもよく、これによりエアギャップAを徐々に小さくすることができる。

【0079】ステップS5では、CPU22は、エアギャップAを50nmまたは実質的に50nmにする引込み動作（フォーカス引込み動作）が完了したか否かを、比較回路15の出力信号に基づいて判定する。引込みが終了していない場合は、終了するまで待つ。引込みが終了した場合は、ステップS6に進む。このとき、エアギャップAは、最終目標値（50nm）または実質的に最

終目標値に維持されており、また近接場の領域内に維持されている。

【0080】ステップS6では、CPU22は、開始信号STを生成してモータ駆動回路26に供給する。ステップS7では、モータ駆動回路26は、開始信号STに基づいてスピンドルモータ11に電源供給を開始し、光ディスク51の回転を開始させる。

【0081】ステップS8では、CPU22は、光ディスク51の回転速度（ディスク回転速度）Vが予め決められた一定の回転速度 $V_c$ （ $>0$ ）であるかを判定する。ディスク回転速度Vが一定回転速度 $V_c$ でない場合は、CPU22はモータ駆動回路26を介してスピンドルモータ11の回転制御を行い、一定回転速度 $V_c$ にする。ディスク回転速度Vが一定回転速度 $V_c$ である場合は、ステップS9に進む。

【0082】ステップS9では、CPU22は、半導体レーザ駆動回路25内のAPC回路23にパワーオン信号を供給する。APC回路23は、パワーオン信号に基づいて半導体レーザ31を点灯させてレーザビームLBを出力させる。

【0083】光ディスク51の停止中に半導体レーザ31を点灯させた場合は、ソリッドイマージョンレンズ3の引込み時（フォーカス引込み時）に光ディスク51の特定箇所（レーザビームが長時間照射されて照射箇所が高温となるおそれがあり、前記照射箇所の特性が変化する可能性がある。一方、本実施の形態に示すように、光ディスク51の回転後に半導体レーザ31を点灯させることで、ソリッドイマージョンレンズ3の引込み時に光ディスク51の特定箇所にレーザビームが長時間照射されて照射箇所が高温となることを防止することができる。

【0084】以上に説明したように、この光ディスク駆動装置100によれば、ソリッドイマージョンレンズ3を用いることで1を超える開口数を得ることができ、またエアギャップAを近接場の領域内の所定値（例えば約50nm）にする制御を、静電容量Cqに基づいて高精度に行うことができる。なお、光学系10の開口数は、例えば、1よりも大きく3以下としてもよく、1よりも大きく2.5以下としてもよい。ソリッドイマージョンレンズ3の底面に導電膜6を形成したので、導電膜6と光ディスク51との間隙を小さくして静電容量Cqを大きくすることができ、フォーカスサーボをいっそう高精度に行うことが可能である。

【0085】また、制御回路28は、エアギャップAが、近接場の領域外から領域内へと多段階に短くなるように電磁アクチュエータ5を制御するので、エアギャップAを徐々に短くして光学系10と光ディスク51との接触を防止することが可能であり、万一接触した場合にその衝撃を小さく抑えることが可能である。

【0086】この制御回路28は、エアギャップAを、

近接場の領域外の初期設定値から中間目標値にして一旦維持し、中間目標値から近接場の領域内の最終目標値に近づけるように電磁アクチュエータ5を制御すること  
で、エアギャップAを段階的に短くすることができると共に、オーバーシュートが生じた場合にこのオーバーシュートの量を小さくすることができ、万一接触した場合にその衝撃を小さく抑えることが可能である。なお、近接場の領域外の初期設定値から近接場の領域内の最終目標値までの間に複数の中間目標値を設定し、前記複数の中間目標値を順次経由することで、エアギャップAを最終目標値に徐々に近づけてもよい。例えば、静電容量Cqが実質的に形成される範囲内（一例として約10 $\mu$ m～約100 $\mu$ m）に、前記中間目標値を複数設定してもよい。

【0087】また、光ディスク駆動装置100によれば、光学系10を近接場の領域内の至近距離に引き込む時に、光ディスク51を停止した状態とすることができる。これにより、光学系10と光ディスク51とが万一接触した場合に、接触面積および衝撃を、光ディスク51が回転している場合に比べて小さくすることができる。

【0088】上記実施の形態では、対物レンズ2とソリッドイマージョンレンズ3とにより光学系10を形成し、開口数が約1.5であるこの光学系10を光ヘッド1に設けている。しかしながら、対物レンズ2とソリッドイマージョンレンズ3とを一体化した単一の光学素子からなる光学系を光ヘッド1に設けてもよい。このような単一の光学素子として、例えば、Chul Woo Lee, Kun Ho Cho, Chong Sam Chung, Jang Hoon Yoo, Yong Hoon Lee, "Feasibility study on near field optical memory using a catadioptric optical system," Digest of Optical Data Storage, pp.137-139, Aspen, CO. (1998)に開示されている反射型集光素子を用いてもよい。また、対物レンズ2の機能を持つ光学素子とソリッドイマージョンレンズの機能を持つ光学素子として、3個以上の光学素子を光ヘッド1に設けてもよく、ホログラム素子を光ヘッド1に設けてもよい。

【0089】本実施の形態では、光学記録媒体の一例として相変化型の光ディスク51を用いているが、光磁気ディスクを用いてもよい。更に、浮上スライダを用いた受動的な光ヘッドを用いる場合においても、静電容量Cqから、エアギャップAに相当する浮上量の検出、及び、浮上量の最適化を行うことが可能である。

【0090】なお、導電膜6が形成されるソリッドイマージョンレンズ3（または光学系10）の対向面の半径は、光ディスク51の記録面の内側の縁から最内周のトラックまでの幅よりも小さい正の値とし、また、光ディスク51の記録面の外側の縁から最外周のトラックまでの幅よりも小さい正の値とすることが好ましい。このようにすることで、最内周のトラックにレーザビームLB

を集光する場合、および最外周のトラックにレーザビームLBを集光する場合に、ソリッドイマージョンレンズ3の底面全域と記録面とを対向させることができ、集光位置による静電容量Cqの変動を小さくすることが可能である。

【0091】本実施の形態では、光学系の位置決め装置の一例として、光ディスク駆動装置100について説明した。本実施の形態に係る光学系の位置決め装置は、光源の可干渉性(Coherence)が高く、光学系(または対物レンズ)の動作距離(Working Distance)が小さい条件下、すなわち干渉縞が生じ易い光学装置において、有用である。このような光学装置では、光学干渉による強度分布のために光学的な手法による焦点制御に誤差が生じ易く、上記光ディスク駆動装置100ではLC発振回路の出力信号(電気信号)を用いた焦点制御により誤差を小さくすることが可能である。

【0092】上記光ディスク駆動装置100を、記録再生装置の他に、光を照射する種々の光照射装置に適用してもよく、例えば加工装置、露光装置、検査装置等に適用してもよい。例えば、光学検査装置を用いて金属、半導体ウェハ等の試料の検査を行う場合に、光学系10と試料との間の静電容量に基づいて焦点制御を行うことが可能である。もちろん、光学記録媒体を試料としてもよい。半導体ウェハの検査装置のように、試料の全領域を速やかに検査する必要がある場合、光学系10と試料との間の静電容量に基づいて焦点制御を行うことで、可動ステージや試料の傾きに応じて光学系の位置補正を行うことが可能であり、検査の所要時間を短縮することが可能である。

【0093】なお、上記実施の形態は本発明の例示であり、本発明は上記実施の形態に限定されない。

【0094】

【発明の効果】本発明に係る光学系の位置決め装置および位置決め方法では、エアギャップを近接場の領域外から領域内へと多段階に短くするので、光学系と光学記録媒体との接触を防止可能であり、光学系および光学記録媒体の信頼性および耐久性を向上することが可能である。

【0095】例えば、エアギャップを、近接場の領域外の初期設定値から中間目標値にして一旦維持し、中間目標値から近接場の領域内の最終目標値に近づけることで、エアギャップを段階的に短くすることができると共に、オーバーシュートが生じた場合にこのオーバーシュートの量を小さくすることができ、万一接触した場合にその衝撃を小さく抑えることが可能である。

【0096】本発明に係る記録再生装置では、エアギャップを近接場の領域外から領域内へと多段階に短くするので、光学系と光学記録媒体との接触を防止可能であり、光学系および光学記録媒体の信頼性および耐久性と、記録情報および再生情報の信頼性を向上すること

が可能である。

【0097】例えば、エアギャップを、近接場の領域外の初期設定値から中間目標値にして一旦維持し、中間目標値から近接場の領域内の最終目標値に近づけることで、エアギャップを段階的に短くすることができると共に、オーバーシュートが生じた場合にこのオーバーシュートの量を小さくすることができ、万一接触した場合にその衝撃を小さく抑えることが可能であり、光学系および光学記録媒体の信頼性および耐久性と、記録情報および再生情報の信頼性を向上することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ヘッドの構成例を示す図である。

【図2】ソリッドイマージョンレンズの構成例を示す図である。

【図3】本発明に係る光学系の位置決め装置の一例である光ディスク駆動装置を示す概略的なブロック構成図である。

【図4】エアギャップAと、間隔hと、静電容量Cqと、共振周波数fとの対応を例示する図である。

【図5】光ピックアップの構成例を示す図である。

【図6】光検出器38の受光部の配置例を示す図である。

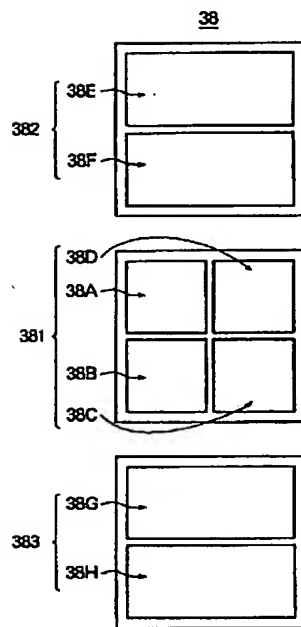
【図7】本発明に係る光学系の位置決め装置の一例である光ディスク駆動装置の動作を示す概略的なフローチャートである。

【図8】図7に続いて、本発明に係る光学系の位置決め装置の一例である光ディスク駆動装置の動作を示す概略的なフローチャートである。

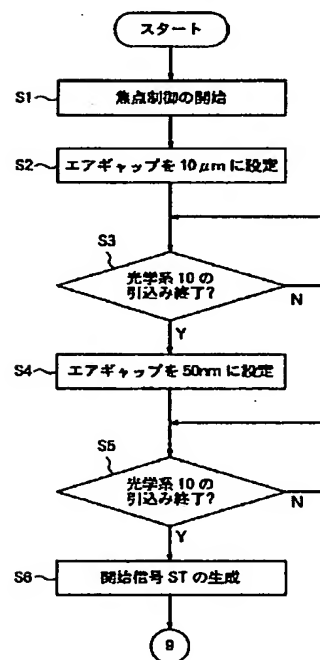
【符号の説明】

1…光ヘッド、2…対物レンズ、3…ソリッドイマージョンレンズ(SIL)、3a…中央部、3b…周辺部、4…レンズホルダ、5…電磁アクチュエータ(アクチュエータ)、6…導電膜、7…半田、10…光学系、11…スピンドルモータ(モータ)、12…光ピックアップ、13…電圧制御発振器(VCO)、14…電圧制御発振器(RVCO)、15…比較回路、16、20…位相補償回路、17、21…増幅回路、18…増幅回路(ヘッドアンプ)、19…トラッキングマトリクス回路、22…中央処理装置(CPU)、23…自動パワーコントロール回路(APC回路)、24…強度変調回路、25…半導体レーザ駆動回路、26…モータ駆動回路、27…検出回路、28…制御回路、31…半導体レーザ(光源)、32…コリメータレンズ、33…回折格子、34…1/2波長板、35…偏光ビームスプリッタ、36…1/4波長板、37、39…集光レンズ、38、40…光検出器、38A~38H…受光部、51…光ディスク(光学記録媒体)、100…光ディスク駆動装置(光学系の位置決め装置)、381~383…第1~第3の受光部、D、φ…直径、h…間隔、LB…レーザビーム(レーザ光)、r…半径。

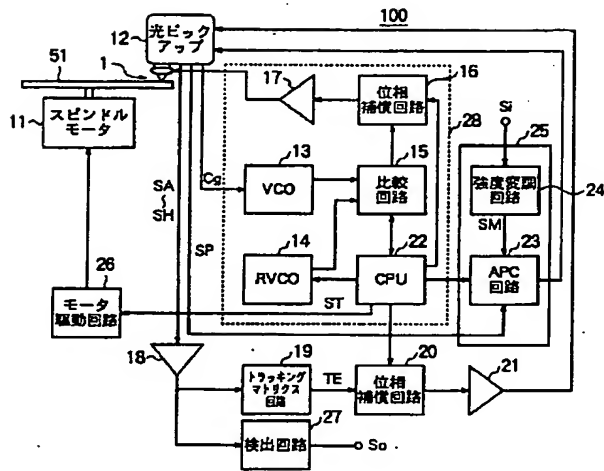
【図6】



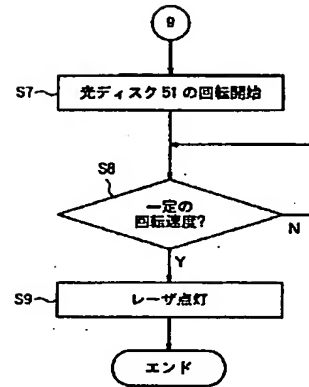
【圖 7】



【図3】



【図8】



【図4】

エアギャップA	0nm	50nm	100nm	200nm	10 $\mu$ m
間隔h	200 $\mu$ m	2.05 $\mu$ m	2.10 $\mu$ m	2.20 $\mu$ m	12 $\mu$ m
静電容量C <sub>0</sub>	7.82pF	7.63pF	7.45pF	7.11pF	1.3pF
発振周波数f	4.45MHz	4.48MHz	4.51MHz	4.57MHz	5.34MHz

【図5】

